



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**ROBSON SATELIS DE SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM CICLO DE CULTIVO DO  
PIRARUCU EM VIVEIRO ESCAVADO**

**PRESIDENTE MÉDICI-RO**

**2015**

**ROBSON SATELIS DE SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM CICLO DE CULTIVO DO  
PIRARUCU EM VIVEIRO ESCAVADO**

Monografia apresentada ao  
Departamento de Engenharia de Pesca  
da Fundação Universidade Federal de  
Rondônia – UNIR, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro de Pesca.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jucilene Cavali

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda  
Bay Hurtado

**PRESIDENTE MÉDICI - RO**

**2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Setorial 07/UNIR**

S719c

Souza, Robson Satelis de.

Caracterização limnológica de um ciclo de cultivo do pirarucu em viveiro escavado / Robson Satelis de Souza. Presidente Médici – RO, 2015.

38 f. : il. ; + 1 CD-ROM

Orientadora: Profa. Dra. Jucilene Cavali

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, 2015.

1. *Arapaima gigas*. 2. Limnologia. 3. Piscicultura. 4. Qualidade da Água. I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Cavali, Juceli. III. Título.

CDU: 639

Bibliotecário-Documentalista: Jonatan Cândido, CRB15/732



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**  
**CAMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**ROBSON SATELIS DE SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM CICLO DE CULTIVO DO  
PIRARUCU EM VIVEIRO ESCAVADO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi aprovado pela banca examinadora do curso de Graduação em Engenharia de Pesca constituída pelos seguintes docentes:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Jucilene Cavali

Orientador (a)

---

Prof<sup>a</sup>. MSc. Yuri Vinicius de Andrade Lopes

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rute Bianchini Pontuschka

**Aprovado em: Presidente Médici - RO, 10 de julho de 2015.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ter permitido que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos sempre foi o maior mestre. E principalmente por me conceder saúde e força para superar as dificuldades, por minha vida, família e amigos.

A Universidade federal de Rondônia, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao corpo docente deste Curso, a Direção de Câmpus e a administração que sempre me atenderam prontamente nos momentos que precisei de auxílio, orientação e por oportunizarem a janela que hoje vislumbro no horizonte como Engenheiro de Pesca.

A professora Jucilene Cavali pela paciência e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

Agradeço a todos os professores por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço também a minha esposa, Edilaine Anacleta Cavalcante, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, com você tenho me sentido mais vivo e obrigado também pela paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre, quero agradecer também a minha filha, Laryssa Anacleta de Souza, que embora não entendesse o que acontecia iluminou de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos.

Aos meus pais Rosely de Brito Satelis de Souza e Erivan Alves de Souza, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Pelo exemplo de pessoas que tenho e pelo alicerce que foram nas horas difíceis, momentos de desânimo e cansaço. Agradeço a minhas irmãs, que nos momentos de minha ausência dedicados a este curso, sempre entenderam que o futuro é o fruto da dedicação no presente!

Obrigada! A minha Avó, Primos, tias e tios pela contribuição valiosa.

Agradeço aos amigos Valdeir Teodoro de Farias Santos, Ederson Ruas Medrades, João Pablo, Vinicius Gotardi, Silmar Mendes, Fabiane Bazzi, Daiane Oliveira, Aline Almeida, Fabio da Silva, Cleanderson Ferreira, Emerson Tiago, Paulo dos Santos, Nayara Carolyne, Vanessa Bressan, Luiza Cabral, Kysi Danielli, Acsa Luxinger, Victor Hugo, companheiros de caminhada e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que irão continuar presentes em minha vida.

À comunidade da Igreja São João Batista, pois foi nesse meio que aprendi o valor da minha fé e, para além do Curso de Engenharia de Pesca, foi aqui onde aprendi a refletir e duvidar e nunca encarar a realidade como pronta. Aqui aprendi a ver a vida de um jeito diferente.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

Agradeço ao mundo por mudar as coisas, por nunca fazê-las serem da mesma forma, pois assim não teríamos o que pesquisar o que descobrir e o que fazer, pois através disto consegui concluir a minha monografia.

## RESUMO

O Pirarucu é uma espécie pulmonada com necessidade de respiração fora da água, mas que demanda cerca de 20% do oxigênio também da água, dentre outras qualidades dos parâmetros limnológicos essenciais para seu bom desempenho no sistema de cultivo. O objetivo com a realização deste estudo foi conhecer o impacto na qualidade da água causado por cada fase de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*), através de alguns parâmetros limnológicos mensurados no viveiro. O trabalho foi desenvolvido na Base de piscicultura Carlos Eduardo Matiaze no Câmpus de Presidente Médici da Universidade Federal de Rondônia, no período de jul./2013 a ago./2014, acompanhando-se os parâmetros limnológicos de três fases de cultivo do pirarucu: alevinagem em tanque-rede e crescimento e engorda em hapas. As análises de oxigênio dissolvido, pH, condutividade e temperatura da água foram monitoradas através de sonda multiparâmetros. Os valores médios do pH da água variaram de 7,6 a 8,4 e a temperatura da água variou de 24,8 a 31,6 °C durante o ciclo do cultivo. Ocorreu eutrofização da água na fase de crescimento quando os peixes estavam com 4,5 kg de peso corporal. Os resultados obtidos indicaram que os períodos de eutrofização reduziram significativamente a transparência e o oxigênio dissolvido da água, assim como aumentaram a produção primária e de macrófitas aquáticas nos viveiros. A qualidade da água sofreu influência pelas fases de cultivo do pirarucu e também pelo manejo adotado. Os melhores valores para o oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram obtidos sob menor densidade de estocagem, menores taxa de arrazoamento e com o uso de macrófitas no viveiro. O nível do oxigênio dissolvido variou de 1,5 a 9,4 mg/L e foi menor durante o período de eutrofização mas principalmente no período de menor precipitação pluviométrica do ano. A transparência da água também reduziu no período seco do ano. A qualidade da água sofreu influência direta da fase de cultivo do pirarucu em todos os ciclos de cultivo devido ao manejo adotado no viveiro. Melhores valores para oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram obtidos quando da menor biomassa no viveiro e na fase de crescimento até 4,5 kg de peso corporal do pirarucu.

**Palavras-chave:** *Arapaima gigas*. Limnologia. Piscicultura. Qualidade da Água.

## ABSTRACT

The Arapaima is a species that has lungs with need to breath out water demand about bad of 20% of the oxygen of the water, among other qualities of the Limnological parameters essential for its good performance in the system. The goal with the completion of this study was to know the impact on water quality caused by each stage of cultivation of the pirarucu (*Arapaima gigas*), through some Limnological parameters measured in the nursery. The work was developed in breeding Carlos Eduardo Matiaze fish farming in the Campus of Presidente da Universidade Federal de Rondônia, in the period of jul/2013 to 2014, following August/the Limnological parameters of three phases of cultivation of the Arapaima: in tank-rearing and network growth and fattening in hapas. The analysis of dissolved oxygen, pH, conductivity and temperature of the water were monitored through multi-parameter probe. The average values of the pH of the water ranged from 7.6 to 8.4 and the water temperature ranged from 24.8 °C to 31.6 °C during the cultivation cycle. Eutrophication of water occurred in the growth phase when the fish were with 4.5 kg of body weight. The results obtained indicate that eutrophication periods significantly reduced transparency and dissolved oxygen in the water, as well as increased primary production and Aquatic Macrophytes in nurseries. Water quality suffered influences by the stages of cultivation of the pirarucu and the adopted management. The best values for dissolved oxygen, pH and temperature were obtained under lower stocking density, smaller feeding rate and with the use of macrophytes in the nursery. The level of dissolved oxygen ranged from 1.5 to 9.4 mg/L and was lower during the period of their bad especially in the period of least precipitation of the year. The transparency of the water also reduced the dry period of the year. Water quality suffered direct influence of the cultivation of the pirarucu in all cycles of cultivation due to management adopted in the nursery. Best values for dissolved oxygen, pH and water temperature were obtained when the lowest biomass in the nursery and in growing up to 4.5 kg of body weight of the pirarucu.

**Keywords:** *Arapaima gigas*. Limnology. Fish Farming. Water Quality.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de Pirarucu.....	13
Figura 2 - Característica do pulmão do Pirarucu. ....	14
Figura 3 - Vista aérea da Base de Piscicultura Calos Matiaze com destaque aos tanques de cultivo. ....	20
Figura 4 - Valores médios de pH e oxigênio dissolvido durante o ciclo de cultivo do pirarucu. ....	23
Figura 5 - Condutividade ( $\mu$ s) transparência (cm) nos 310 dias de cultivo do pirarucu em viveiro escavado .....	24
Figura 6 - Valores médios mensais da temperatura da água durante o ciclo de cultivo do Pirarucu. ....	27
Figura 7- Aporte de ferro no viveiro e início da eutrofização da água. ....	29
Figura 8 - Características da eutrofização e desenvolvimento da produção primária no viveiro. ....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1 A Espécie Arapaima	12
2.2 Fisiologia e Reprodução	13
2.3 Aspectos ecológicos	15
2.4 Parâmetros Limnológicos e a eutrofização	16
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	<b>19</b>
<b>4 OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
4.1 Objetivo geral	19
4.2 Objetivos específicos	19
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>19</b>
5.1 Área de estudo	19
5.2 Fases do ciclo de cultivo	20
5.3 Análise dos parâmetros limnológicos	21
5.4 Análise Estatística	21
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>22</b>
6.1 Variáveis Limnológicas no ciclo de cultivo	22
6.2. Eutrofização e produção primária no viveiro	28
6.3. Correlação do Desempenho Animal aos parâmetros limnológicos	33
<b>7 CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A região Norte, em comparação com as outras regiões do país, apresenta uma grande potencialidade para expandir a criação de peixes devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, abundância e riqueza de espécies nativas e clima propício para cultivo o ano todo, sem períodos de entressafra (TAVARES-DIAS, 2011), predominando a criação de peixes como o tambaqui e o pirarucu (MPA, 2014). Rondônia ocupa a tanto a 5ª posição na produção do pescado como na produção de pirarucu a nível nacional (IBGE, 2013).

Devido à sua distribuição geográfica o pirarucu é considerado um peixe de clima equatorial, que tolera amplitude térmica que variam de 24°C a 31°C. É na foz do rio Amazonas e áreas da Amazônia Ocidental, é encontrado preferencialmente nas regiões de lagos das Bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins, mas também pode ser localizado nos rios em áreas de baixa correnteza (SENE; MOREIRA, 1998).

A espécie é dotada de dois aparelhos respiratórios; utiliza-se das brânquias para a respiração aquática e da bexiga natatória, modificada especializada para funcionar como pulmão, para a respiração aérea. O pirarucu tem o ar atmosférico como a principal fonte para obtenção de 85% do oxigênio para sua respiração, 20 a 30% desta advém do oxigênio dissolvido na água, além de depender das brânquias para realizar a excreção em água de 85% do gás carbônico (GOMES, 2007).

Esse mecanismo respiratório faz com que a espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (BRAUNER; VAL, 1996; CAVERO et al. 2004), além de altas concentrações de amônia (CAVERO et al. 2004).

Contudo, apesar das características adaptativas particulares que favorecem seu cultivo em viveiros escavados e sob altas densidades de estocagem, a obtenção do máximo potencial zootécnico vem sendo prejudicada principalmente pela influência da qualidade da água (CAVALI et al, 2015; LOPES, 2015). A integridade das brânquias e/ou a qualidade limnológica resultam na insuficiência das brânquias para processar o oxigênio presente na água (IMBIRIBA, 2001).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Espécie Arapaima

Pertence à ordem Osteoglossiformes, subordem Osteoglossoidei, superfamília Osteoglossoidae, família Osteoglossidae, gênero Arapaima, espécie *Arapaima gigas* (AYALA, 1999). É um dos maiores peixes de água doce do mundo. Possui hábito alimentar carnívoro, com respiração aérea obrigatória e chama a atenção pelo rápido crescimento. Há muito tempo, a espécie tem sido uma importante fonte de alimento para os habitantes da Amazônia. Desde a década de 1940, há registros do potencial produtivo e de algumas experiências de cultivo da espécie no País. Esses estudos ressaltam as suas características biológicas e zootécnicas, além do elevado valor comercial e sua importância como alimento. Considerado um peixe primitivo, que pertence a um dos grupos mais antigos de teleósteos, que tiveram ocorrência durante o período Jurássico, formando o elo entre os peixes ósseos ancestrais e os teleósteos modernos (VENTURIERI; BERNADINO, 1999).

O pirarucu apresenta um corpo de forma alongada, com seção circular e elipsoidal e revestido de grandes e espessas escamas. Suas nadadeiras peitorais são afastadas das ventrais, mas, a dorsal e anal são próximas da caudal, que é arredondada (Figura 1). Os dentes estão cobertos pelos lábios grossos e carnudos, deixando livres as extremidades (BARD; IMBIRIBA, 1986). Cabeça pequena em relação ao corpo e relativamente reduzida se for comparada a de outras espécies da ictiofauna da Amazônia, o que equivale a 10% a 12,8% do peso total (PINHEIRO et al., 2014). Apresenta a cabeça achatada, com espaço inter-orbital plano e formada por numerosas placas ósseas, boca superior, grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior, Possui língua óssea, e se bem observado podem ser vistas em sua boca duas placas ósseas laterais e uma palatina, as quais trabalham como verdadeiros dentes que são usados para comprimir a presa, matando-a antes da deglutição (ROMERO, 1961). E, como nas demais espécies ictiófagas, o pirarucu apresenta um tubo digestivo curto (BARD & IMBIRIBA, 1986).

**Figura 1** - Exemplar de Pirarucu.



Fonte: Projeto Pirarucu, (2014).

## 2.2 Fisiologia e reprodução

Um aspecto fisiológico de fácil observação no pirarucu é a necessidade de subir de momento a momento até a superfície da água, vagarosamente, e quando não atrapalhado, abrir a boca para captar certa quantidade de ar, e assim desempenhar nesse momento a respiração suplementar ao lado da respiração branquial. A respiração aérea dessa espécie representa um procedimento vital para a espécie que, quando impedida de vir à superfície, acaba morrendo. E por ocasião da respiração aérea, os pirarucus tornam-se extremamente vulneráveis aos pescadores, pois denunciam sua presença e dão oportunidade de serem abatidos. (FONTENELE, 1948; VERISSIMO, 1970).

Sua captura é facilitada devido ao seu grande diferencial em relação às outras espécies, que é a obrigatoriedade de subir à superfície para captar o ar (IMBIRIBA, 2001).

Deste modo, essa espécie é obrigada a subir à superfície para fazer sua respiração aérea a cada 20 minutos para um exemplar adulto, no entanto os jovens têm que realizar essa atividade com mais frequência. Neste procedimento respiratório acontece a difusão do oxigênio para o sangue e isso é feito por meio da extensa rede de capilares sanguíneos que estão presente na bexiga natatória (ONO et al., 2004). A respiração aérea representa um procedimento vital para a espécie, e representa até 80%. A impossibilidade pode levar a morte do animal.

Figura 2 - Característica do pulmão do Pirarucu.



Foto: CAVALI, J. Projeto Pirarucu/UNIR, (2015)

Na reprodução, a formação de casais dominantes, os “pares alfas” se juntam e vão a busca de lugares ideais para formar seus ninhos dentro dos territórios respectivos. O período chuvoso é de fundamental importância por que aumentam as áreas alagadas, ligando lagos pequenos e exibindo novas áreas para construir os ninhos. As lagoas apresentam uma baixa qualidade da água no início da estação chuvosa tornando o local inadequado para a sobrevivência de ovos ou larvas, que nesse período exigem concentrações de oxigênio dissolvido bem mais altas do que os peixes adultos. Só após o aumento do volume dos lagos é que as condições se tornam mais propícias (SEBRAE, 2010).

Os casais dominantes reproduzem-se mais cedo que não dominantes, logo após verificarem que a qualidade de água e as fontes de alimento estão adequadas, culminando em maior sobrevivência. A Floresta Amazônica apresenta uma camada rica em matéria orgânica e vegetação, fornecendo material em abundância para sustentar *blooms* de plâncton e diversos organismos aquáticos, que servem como alimento para filhotes de pirarucu. O casal protege sua região e escolhe um local que apresente solo firme onde o macho cava com sua boca um ninho circular de mais ou menos 40 cm de diâmetro, com o centro do ninho mais fundo entorno de 20 cm. Logo após a construção a fêmea coloca os ovos, com +/- 2,5 mm de diâmetro, eles se acomodam no centro do ninho, em seguida o macho os fecunda, os ovos aderentes formam uma massa circular e coesiva, esse formato juntamente com a capacidade de aderência é de fundamental importância já que os machos quando se

veem ameaçados, os coloca na boca e os leva para outro lugar seguro (SEBRAE, 2010).

A fêmea tem como principal papel o de guardiã, fica parada com sua cabeça em cima do ninho para poder movimentar com as nadadeiras peitorais a água sobre o mesmo. Uma fêmea pode permanecer no ninho até 45 minutos sem ter que ir à superfície para respirar. Enquanto ela sobe para respirar o macho a substitui. Ele, na maioria das vezes, consegue vigiar de 5 a 10 metros ao entorno do ninho onde está a fêmea. É comum que os pais nesse período fiquem sem se alimentar. O macho apresenta uma atividade maior por esta vigiando o ninho e devido a esse fato apresenta uma respiração com mais frequência, pois consome mais energia. Quando por ventura um predador beire ou alguma outra ameaça seja compreendida, tem a capacidade de retirar todos os ovos e devolvê-los os mesmo para o ninho logo em seguida, ou ainda levá-los para outro ninho escavado por perto. É capaz de manter os ovos (ou larvas) na boca por um tempo maior, até a hora da eclosão ou mesmo após elas. Os ovos demoram no entorno de cinco dias para eclodir, e as larvas mesmo assim continuam mais quatro dias até que possam sair nadando do ninho, seguidas de perto pelo pai (SEBRAE, 2010).

A literatura insinua que a língua óssea do pirarucu deve servir para agarrar ou esmagar presas, mas provavelmente esse órgão curioso é utilizado para apanhar a massa de ovos. Uma vez que esses ovos são lisos e delicados. A língua áspera do pirarucu possivelmente serve para segurar de forma segura os ovos, principalmente durante a respiração (SEBRAE, 2010).

### 2.3 Aspectos ecológicos

A Amazônia conta com uma grande área de planícies alagadas de várzea, com um grande mosaico de lagos, canais e florestas sazonalmente alagadas. Estes aspectos estão entre os mais importantes sistemas aquáticos amazônicos em termos de quantidade de peixes com valor comercial e também com uma grande biodiversidade (CRAMPTON, 1999).

De acordo com Queiroz e Sardinha (1999) possivelmente essa região onde se localiza a várzea amazônica e seus rios de aporte são os ambientes mais representativos se comparados com outros onde há ocorrência de pirarucu. Um dos

fatores mais importantes na determinação da distribuição, comportamento a diversidade das formas de vida do ambiente aquático da várzea é a variação sazonal na profundidade da água causada pelas enchentes e vazantes dos rios. As perdas no tamanho e na diversidade de espécies de habitat aquáticos que ocorrerem na seca resultam no aumento da predação, à medida que os animais se agrupam nas partes mais abertas dos lagos, que oferecem muitas vezes pouco ou nenhum abrigo. Tornando mais fácil a vida de grandes peixes predadores, como os pirarucus, que podem capturar suas presas com mais facilidade (HENDERSON, 1999).

Segundo Crampton, (1999) em tempos de seca, a maioria dos peixes das áreas de florestas alagadas encontra-se nas águas abertas dos lagos. O pirarucu nada pelos lagos, buscando abrigo, quando possível, em meio à vegetação flutuante. Nas lagoas onde não ocorre pesca com frequência, é corriqueiro ver o pirarucu "boiando" para respirar na superfície, nesta época do ano. Em tempos de cheia dos rios, o pirarucu dispõe de espaçosa área com os mais variados "habitats". Esses sistemas, constituídos por áreas alagáveis, várzeas e igapós, em conexão com os rios, no entanto, muitas vezes são bastante complexos e de precariedade em relação ao seu conhecimento. Com a chegada da seca, o ambiente aquático acaba se tornando muito reduzido, forçando essa espécie a se adaptar às mudanças ocorridas no meio ambiente, por esses motivos o animal é obrigado a realizar pequenos deslocamentos para evitar a seca. Os movimentos são realizados entre os corpos de água permanentes, com os braços de rios, lagos e áreas inundadas.

#### 2.4 Parâmetros limnológicos e a eutrofização

O entendimento da complexidade e dinâmica da água é um fator inerente às boas práticas de manejo na piscicultura. A circulação e mistura de matéria dissolvida e particulada dentro do corpo d'água, resulta em um grande número de mecanismos de transporte físicos complexos e interdependentes, que influenciam o ambiente no qual os organismos existem (TAVARES, 1996).

Mas alguns estudos indicam que o oxigênio é sim importante e um exemplo disso é que na produção do pirarucu sob altas densidades de estocagem em



viveiros e açudes, as concentrações de oxigênio dissolvido atingem níveis muito próximos do zero. Porém, sob estas condições é muito comum observar altas concentrações de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na água, que interfere na eliminação do gás pelos animais, levando ao seu acúmulo no sangue e, dependendo da concentração, causando estresse e propiciando a ocorrência de doenças nos peixes. (MOLINARI, 2012).

A crescente demanda por alimento, fez com que a aquicultura de um modo geral sofresse impactos negativos gerados pelo grande desgaste e uso mal planejado e isso pode originar, entre outros agravantes, o desenvolvimento e florações de algas, e comprometer diretamente a biota aquática e, assim, promover rápidas adulterações na qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2003).

As características dos efluentes de piscicultura podem variar em função de espécie cultivada, da densidade dos organismos cultivados, do manejo alimentar e do nível de tecnologia empregada no cultivo (BOYD, 2003). O manejo impróprio em uma piscicultura pode facilmente colaborar com a aceleração de processos que causam a eutrofização danificando a qualidade da água, especialmente pelo uso de altas doses de ração e pela fertilização inadequada (orgânica ou inorgânica) (MATSUZAKI et al., 2004),

Os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, mas também alteram as condições ambientais do sistema de produção da qualidade da água. Portanto, a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade da água, nutrição e alimentação (CYRINO, et al. 2005).

De uma maneira geral viveiros e tanques de cultivo de peixes são ambientes dinâmicos, de baixa profundidade e com baixa renovação de fluxo contínuo de água, afetando e gerando alterações limnológicas ao longo do dia e provocando um balanço contínuo entre os processos fotossintéticos e respiratórios dos grupos aquáticos presentes no meio (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1994).

Quando o ambiente de cultivo encontra-se inadequado, em virtude de falhas no manejo e nutrição, ocorrem algumas implicações, sendo estas, situações onde parte da ração que não é digerida ou não é consumida podem levar à excessiva eutrofização do meio ambiente em consequência da grande quantidade de matéria orgânica presente na água do viveiro (FURUYA, 2007).

Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros devido ao volume de fezes excretado diariamente pelos peixes, sendo esta uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquiculturas a digestibilidade da matéria seca das rações varia em torno de 70 a 75% (KUBITZA, 1998).

Além dos efeitos sobre os sistemas de produção, o impacto ambiental é também uma preocupação, uma vez que estes sistemas podem deteriorar a qualidade de águas naturais (BACCARIN; CAMARGO, 2005). E com essas alterações nos corpos de água naturais podem ocorrer o desenvolvimento excessivo de microalgas e cianobactérias podendo trazer prejuízos para a gestão das águas interiores (abastecimento de água, recreação e pesca), que pode promover impactos na economia e saúde pública (BARTRAM et al., 1999).

No caso da criação de peixes carnívoros, esta situação pode ser agravada em virtude dos elevados níveis de proteína usados nas rações. O pirarucu pode ser criado também de forma semi-intensiva e intensiva, destacando-se na criação intensiva em virtude da respiração aérea e, devido a essas vantagens que muitos piscicultores têm subestimado a complexidade da produção desse organismo, por acreditarem que a espécie é muito rústica, apenas por conta da sua capacidade de respirar na atmosfera e, conseqüentemente não depender do oxigênio dissolvido na água. Ou seja, o fato de o pirarucu não ter seu desempenho comprometido ou morrer pela falta de oxigênio na água, tem induzidos muitos produtores ao pensamento equivocado de que os demais parâmetros de qualidade de água não são importantes na produção desta espécie (MOLINARI, 2012).

Os tanques de criação peixes possuem uma comunidade biótica combinada por diferentes organismos altamente dependentes da qualidade da água e do equilíbrio entre os organismos planctônicos e meio ambiente, tornando o monitoramento das variáveis limnológicas indispensáveis para a melhor produção de peixes (MATSUZAKI et al., 2004). A prática da aquicultura depende essencialmente dos ecossistemas nos quais está implantada, e deve-se amortizar o impacto sobre o meio ambiente de maneira que não haja diminuição da biodiversidade, e nem se esgotar ou danificar qualquer recurso natural dos ecossistemas (VALENTI, 2002).

### **3 JUSTIFICATIVA**

É de fundamental importância conhecer as características e impacto da qualidade da água em cada fase de cultivo do pirarucu. Este trabalho justifica-se pelo fato das dietas de espécies carnívoras serem muito ricas em nutrientes, especialmente proteína, cálcio e fósforo, além da presença de óleos e graxas oriundos dos ingredientes de origem animal, o que pode impactar diretamente os parâmetros de qualidade da água. Em função da composição da dieta e da densidade de estocagem variar conforme a fase de cultivo faz-se necessário conhecer o impacto na qualidade da água de cultivo.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo geral**

Caracterizar a qualidade da água em um ciclo de cultivo de pirarucu

#### **4.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar a fase de cultivo da espécie com maior impacto nas características de qualidade da água
- Descrever as características da água nas condições de manejo nas fases de alevino, crescimento e engorda do pirarucu.

### **5 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **5.1 Área de estudo**

O trabalho foi realizado na Base de piscicultura Carlos Eduardo Matiaze no Câmpus de Presidente Médici da Universidade Federal de Rondônia situada no município de Presidente Médici -RO, no período de jul./2013 a ago./2014,

**Figura 3** - Vista aérea da Base de Piscicultura Calos Matiaze com destaque aos tanques de cultivo.



Fonte: <<http://www.google.com.br/maps>>. Acesso em jun. 2015

## 5.2 Fases do ciclo de cultivo

As fases do ciclo de cultivo do pirarucu acompanhadas foram desde a alevinagem, onde estes foram estocados em tanques-rede de 1640 m<sup>3</sup> e 1,64 m de profundidade, sendo 90 alevinos de peso médio inicial de 50 g.

Estes foram distribuídos em 15 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup> em diferentes densidades (peixes/m<sup>3</sup>), alimentados com ração extrusada contendo 40% de proteína bruta a taxa de arraçoamento de 8% do peso vivo, fornecida quatro vezes ao dia 07:00, 10:00, 13:00, 16:00 horas.

A qualidade da água da fase de crescimento e engorda foi monitorada em um viveiro escavado com profundidade média de 1,5m e 931m<sup>3</sup>, compartimentado em 16 hapas de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> construídas de tela galvanizada revestida de PVC específica para água em malha 2 x 2cm, de modo a facilitar a circulação da água. O viveiro, dotado de renovação de água, tinha a vazão aproximada de 5 litros/s, foi precedido de limpeza e manejo sanitário, aplicação de cal virgem e NPK 20-05-20, de acordo com as orientações técnicas, visto que o viveiro nunca ter sido utilizado em cultivo intensivo.

Foram alocados 60 pirarucus, sendo 4 peixes/hapa, submetidos a avaliação de diferentes níveis de proteína bruta (PB) de rações comerciais, fornecidas três vezes ao dia, sendo a taxa de arraçoamento de 8% e 6% do peso corporal até os

peixes atingirem peso médio de 4 kg (fase de crescimento), de modo que a média de proteína e energia bruta aportadas para os peixes foi de 40% e 4300 kcal/kg, respectivamente. As hapas eram dotadas de comedouros flutuantes de 1,5 m<sup>2</sup>. Na fase de engorda reduziram-se os níveis de proteína e energia das dietas aportando-se ao sistema aquático uma média de 32% de PB e 4000 kcal/kg de PB em energia digestível. Na fase de engorda utilizou-se taxa de arraçoamento de 5 e 3% do peso corporal, sendo a ração fornecida duas vezes ao dia. O manejo nutricional adotado foi com base num apanhado médio das recomendações de empresas comerciais e o utilizado no mercado pelos piscicultores.

### 5.3 Análise dos parâmetros limnológicos

A aferição da T (°C), pH, condutividade (µS/cm e do OD (mg/L) aconteceram no momento da coleta com o uso de sonda multiparâmetro e a transparência (cm) foi medida através do disco de *sechi*. Os resultados obtidos foram comparados com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) e n° 430/2011 (BRASIL, 2011), verificando os dados obtidos conforme sua classe de enquadramento de uso (piscicultura).

### 5.4 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados e elaboração dos gráficos foram utilizados os softwares GRAPHPAD PRISM 5. Os resultados foram apresentados em termos de média ± desvio padrão da distribuição. Os dados foram avaliados pelo teste Tukey em nível de 95%, ou análise de variância com um critério (ANOVA-ONE WAY).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

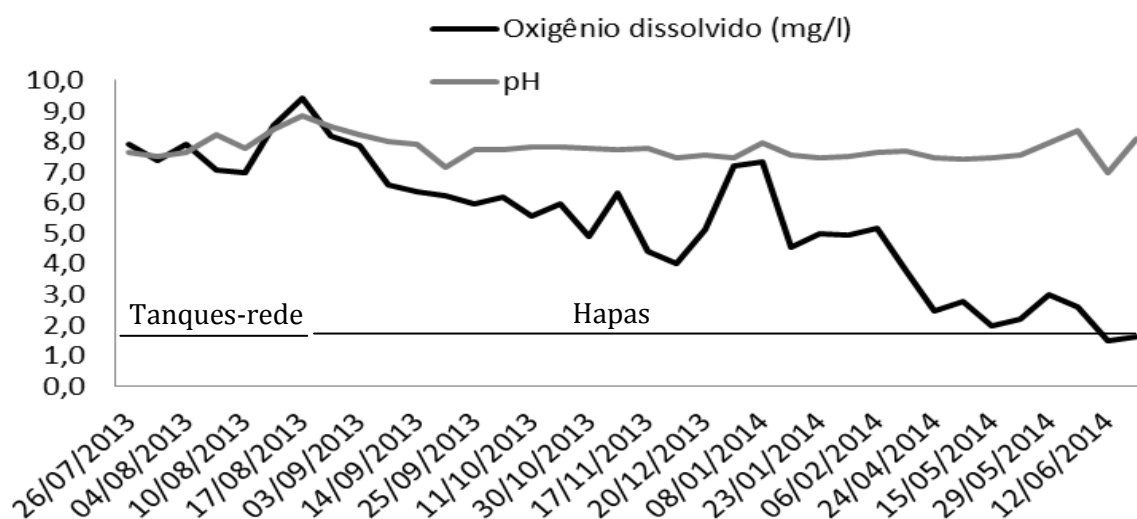
O manejo utilizado no sistema de cultivo do pirarucu em cativeiro variou em função da fase de crescimento ou idade, o que influenciou diretamente na qualidade da água do viveiro. Dentre as variações ocorridas durante o ciclo de cultivo do pirarucu, observou-se que o manejo alimentar influenciou significativamente na qualidade da água.

### 6.1 Variáveis limnológicas no ciclo de cultivo

As variáveis limnológicas variaram consideravelmente durante o cultivo do pirarucu, com exceção aos valores de pH que mantiveram-se estáveis, variando entre 7,6 a 8,4 nas fases de cultivo (Figura 4). O pH ou potencial hidrogeniônico é um parâmetro importante nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de fenômenos químicos e biológicos, além de possuir efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (ARANA, 1996).

A escala de pH compreende valores de 0 a 14. Valores de pH de 6,5 a 9,0 são mais adequados a produção de peixes (FARIA, 2013). Valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos peixes (FARIA, 2013). Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na água. No entanto, o  $\text{CO}_2$  mesmo em altas concentrações, não é capaz de abaixar o pH da água para valores menores que 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 resultam da presença de ácidos minerais como os ácidos sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), clorídrico ( $\text{HCl}$ ) e nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) (FARIA, 2013).

**Figura 4** - Valores médios de pH e oxigênio dissolvido durante o ciclo de cultivo do pirarucu.



A acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de  $\text{CO}_2$ , ácidos minerais e sais hidrolisados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquáticas estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. O pH influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies. Para que se conserve a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6 e 9 (ESTEVEZ, 2011).

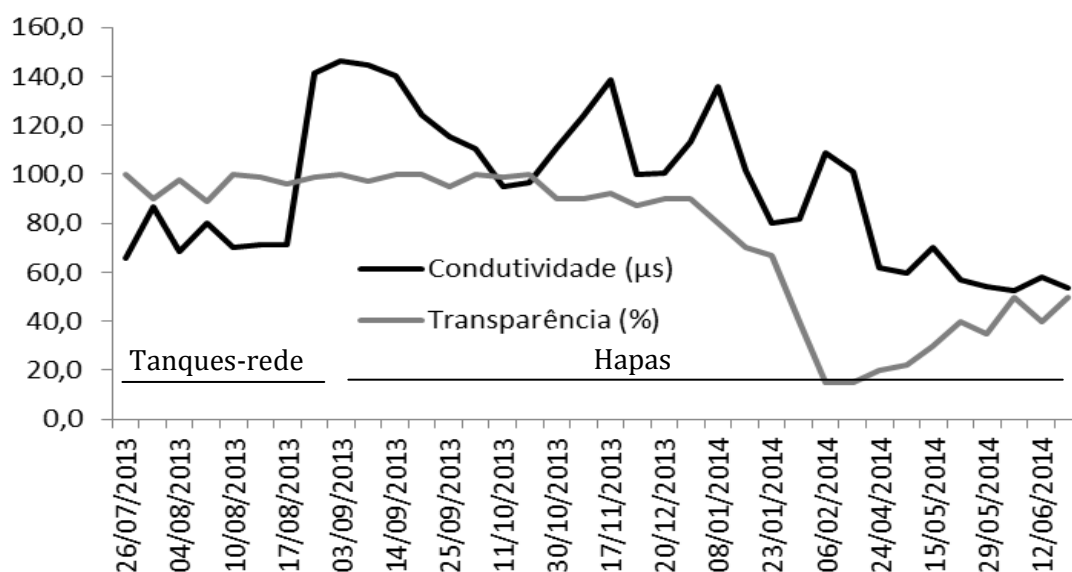
Durante o experimento os valores de oxigênio dissolvidos variaram de 1,5 a 9,4 mg/l conforme se aumentava o peso dos animais no viveiro (Figura 5).

A liberação de oxigênio na água se dá por movimentação mecânica, ou mediante processo fotossintético pelo fitoplâncton, que é a principal fonte de obtenção do oxigênio, em um sistema de cultivo de peixes. A escassez de OD na água é um efeito estressor ao animal que favorece a falta de  $\text{O}_2$  no sangue (via fermentativa), produzindo lactato (+ 2 ATP), além do excesso do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e sua afinidade pelo  $\text{O}_2$  da hemoglobina (no sangue), potencializa a condição anóxica e produção de lactato no organismo, podendo levar à morte por asfixia (GOMES, 2007). Sendo assim, a concentração de gás carbônico na água é um parâmetro importante, considerando que em águas com elevadas concentrações

desse gás, o pirarucu apresentará maior dificuldade em retirar o gás carbônico do sangue (SEBRAE, 2013).

Os valores baixos do OD podem estar relacionados com os animais que tem como costume revirar os sedimentos, a biometrias e as sobras de rações que aconteceram apos a redução do nível de proteína das rações de 40% para 36%, influenciado no consumo dos peixes, esse excesso de matéria orgânica na água ocasionou o aparecimento de florações de algas que, em grandes quantidades, contribuem para que o oxigênio produzido não seja suficiente para a manutenção dos organismos presentes, uma vez que parte desse oxigênio é absorvido pelas próprias algas.

**Figura 5** - Condutividade ( $\mu\text{s}$ ) transparência (cm) nos 310 dias de cultivo do pirarucu em viveiro escavado



A concentração do oxigênio dissolvido (O.D.) é o parâmetro mais importante para a piscicultura, sendo medido por meio de aparelhos eletrônicos (exemplo sonda mutiparametros) ou de kits de análise. O oxigênio na água e na atmosfera existem nas proporções suficientes para organismos aquáticos e/ou aéreos e terrestres, são provenientes dos corpos de água (fitoplâncton, macrófitas aquáticas), os processos fotossintetizante ocorrem durante a presença de luz, e na ausência da mesma,



inicia-se pelo processo de quimiossíntese, onde ocorre o consumo do O.D. pelas microalgas ou produtores primário (ESTEVES, 2011).

A solubilidade do O.D. na água é afetada pela temperatura, salinidade e pressão atmosférica (ESTEVES, 2011). Sabe-se que quanto maior a temperatura e a salinidade, menor a concentração de O.D. À noite, quando as microalgas cessam a produção de oxigênio, devido à interrupção do processo de fotossíntese. A partir do início da manhã, os valores de O.D aumentam e as maiores taxas ocorrem no período da tarde, como resultado da retomada do processo de fotossíntese pelo fitoplâncton. A concentração de O.D. para a criação de peixes tropicais não deve ser inferior a 5mg/l de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

O oxigênio dissolvido tem sido utilizado tradicionalmente para a determinação do grau de poluição e de autodepuração em cursos d' água.

A condutividade e a transparência da água mantiveram-se estáveis na (Figura 5) fase de cultivo dos alevinos em tanques-rede, dado pela qualidade da água do viveiro e baixo impacto do cultivo (manejo em geral) na água. Posteriormente, no crescimento dos juvenis de pirarucu em hapas, houve uma grande oscilação da condutividade da água em função da aplicação de NaCl para controle de ectoparasitos como as trichodinas. A redução na transparência da água está relacionada à eutrofização (manejo nutricional) potencializado pelo estresse causado pelo manejo para a biometria.

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica, ou seja, a capacidade de condução desta corrente se dá em função dos íons presentes na água, no entanto é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica, exceto em águas muito puras onde ocorre o processo inverso (ESTEVES, 2011). Na composição iônica em geral os principais cátions constituintes são o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ ), e o manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e os principais ânions são o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Vários fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do lago e regime de chuvas, bem com também o tipo de influência antrópica à qual estes corpos d'água estão submetidos (ESTEVES, 2011).

Esta também fornece informações importantes sobre o metabolismo do tanque de cultivo, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema, contribui também para a avaliação da disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, de modo que valores altos indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indicam acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos). Em viveiros de piscicultura, valores ao redor de 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  são adequados para a manutenção e produção de peixes. (ARAÚJO, 2012)

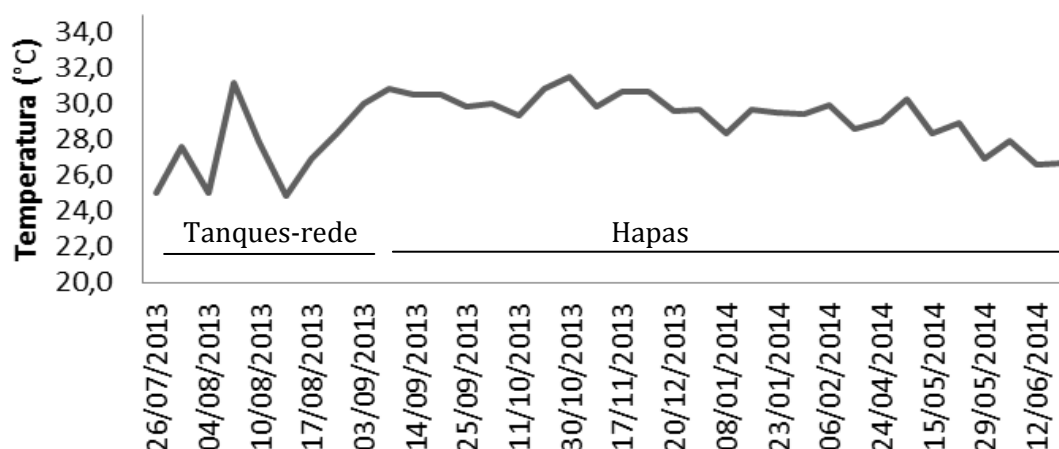
O monitoramento da transparência da água do viveiro é importante, principalmente quando não se dispõe de medidores de oxigênio e nem de sistemas de aeração para eventuais emergências, porque permite acompanhar a concentração da população planctônica (fitoplâncton e zooplâncton). Assim, o piscicultor pode prever e evitar possíveis diminuições na concentração de oxigênio dissolvido na água, principalmente no período noturno, quando o fitoplâncton cessa o processo de fotossíntese e conseqüentemente a produção de oxigênio. (FARIA, 2013).

Viveiros ou açudes rasos, com menos de dois metros de profundidade, contribuem para a turbidez da água (água barrenta ou excessivamente verde), de maneira que os peixes reduzem ou até mesmo cessam o consumo de alimento e, conseqüentemente, o crescimento. Portanto, um dos pontos críticos a ser observado com atenção é que a infraestrutura deve permitir a manutenção da qualidade da água em condições favoráveis, sobretudo do ponto de vista da sua transparência. (SEBRAE, 2013).

Durante o período de estudos os valores variaram de 53,6 a 146,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , estando em alguns momentos acima da media ideal para cultivo, indicando que havia níveis altos de nutrientes no meio aquático, valores que podem ser provocados pelo ataque de parasitos trichodina e monogênea, provocando sobras de rações a água.

Durante o período de estudo a temperatura média da água variou de 24,8°C a 31,6°C (Figura 6), apresentando variações abaixo e acima da média ideal para peixes tropicais que está entre 25°C e 30°C. No entanto variação da temperatura no decorrer do cultivo está em consonância com Oliveira (2011) e SEBRAE (2013), não sendo significativa para influenciar negativamente os animais.

**Figura 6** - Valores médios mensais da temperatura da água durante o ciclo de cultivo do Pirarucu.



Valores de temperatura da água muito elevados podem acarretar dificuldades nos processos digestórios relacionados à incapacidade de absorver nutrientes, diminuindo assim a taxa de crescimento dos peixes ou possibilitando a mortalidade. O aumento da temperatura da água também ocasiona a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, o que dificulta o processo de respiração dos peixes. Em contrapartida, baixas temperaturas podem provocar redução das atividades metabólicas, diminuição da imunidade, facilitando o aparecimento de doenças e, em casos extremos, pode ser letal (FARIA, 2013).

As atividades fisiológicas dos peixes; respiração, digestão, reprodução, alimentação e migração, estão intimamente ligadas à temperatura da água; os peixes ajustam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura da água. Oscilações mais bruscas ocorreram no início do ciclo do cultivo, fato atípico para a época, devido a chuvas torrenciais. Segundo Oliveira et al. (2012), em temperaturas mais altas os animais apresentam comportamento voraz ao se alimentar. As espécies tropicais apresentam sua faixa térmica para crescimento e reprodução entre 20 a 28°C, além de uma maior eficiência na absorção de ração.

No experimento conjunto da FAO (1999) em Caracas na Venezuela, a temperatura variou entre 25,7 a 34,8 unidade; oxigênio dissolvido 4,5 a 10,6 unidade, o mesmo autor recomenda que o ótimo para o oxigênio seja de 8,0 mg/l, e o pH para o cultivo entre 6,5 a 9. Ressalta que valores entre 4 e 6 reduzem o

crescimento do animal, e os menores que 4 e acima de 11 são letais para o Pirarucu.

Os peixes não apresentam a capacidade de manter a temperatura corporal constante, por isso a temperatura da água é uma das variáveis mais relevantes na piscicultura, exercendo influência direta nos processos fisiológicos, como a taxa de respiração, assimilação do alimento, crescimento, reprodução e comportamento. (FARIA, 2013). O pirarucu apresenta um melhor crescimento em ambientes com temperatura em torno de 28°C a 30°C (SEBRAE. 2010). Quando a água apresenta temperaturas abaixo de 26°C e acima de 32°C, os peixes tendem a consumir pouca ração (SEBRAE. 2010). Trabalhos realizados em unidades experimentais mostraram que peixes que vinham durante meses sendo cultivados em águas com elevada temperatura, cerca de 30°C, apresentaram drástica redução no consumo de ração, tanto em viveiros como nos tanques-rede, quando houve repentina queda de temperatura para 26°C (SEBRAE, 2013).

Juvenis de pirarucu acondicionados em ambientes com temperaturas estáveis (25°C a 26°C) permaneceram demonstrando melhor resposta à alimentação, em relação a ambientes com maior variação da temperatura. Desde que não ocorram grandes variações, podendo ocorrer mortalidade quando expostos por longos períodos a temperaturas abaixo de 20°C (SEBRAE, 2013)

## 6.2. Eutrofização e produção primária no viveiro

Os parâmetros limnológicos condutividade, oxigênio dissolvido e principalmente a transparência da água, apresentaram reduções nos valores a partir de janeiro, conforme supracitado. Neste período ocorreu uma eutrofização da água do viveiro, em função do manejo alimentar adotado, fato este que influenciou diretamente no consumo e, conseqüentemente, no ganho de peso dos animais.

A eutrofização deu-se, pelo estresse animal das biometrias e a movimentação do viveiro via arrastão nas despescas, além de problemas nas comportas da represa, momento em que o viveiro recebeu grande carga de ferro, E após a redução dos níveis proteicos das rações que passaram para rações com maior relação Energia: Proteína.

**Figura 7-** Aporte de ferro no viveiro e início da eutrofização da água.



FONTE: CAVALI, J. Projeto Pirarucu, (2014).

A evolução do cenário foi à redução no consumo alimentar e maior quantidade de resíduos de ração no viveiro, contribuindo ainda mais para a eutrofização. As características eutrofizativas evoluíram potencialmente em cerca de 30 dias. A redução no consumo e sobra de ração resultam em aporte de nutrientes e óleos e graxas na água, contribuindo no desenvolvimento de algas e formação da “nata de gordura” na lâmina d’água.

O aumento da matéria orgânica e sedimentos em suspensão provocaram diminuições na concentração de oxigênio dissolvido na água, principalmente no período noturno, quando o fitoplâncton para de produzir oxigênio. As algas consomem o oxigênio no período noturno pelo processo de quimiossíntese, o bloom de algas ocasiona a redução da penetração dos raios de luz e consequentemente a redução do O.D nas camadas mais profundas da coluna d’água.

O zooplâncton é formado por diminutos organismos que se alimentam do fitoplâncton e são importantíssimos para a nutrição dos peixes nos diferentes estágios de desenvolvimento, desde larvas a adultos, o que faz dele um alimento primordial para ambas as espécies (FARIA, 2013). O pirarucu no estágio inicial de vida, segundo (ONO, 2004), não diferente da maioria dos peixes, em sua fase pós-larval depende de zooplâncton até mesmo numa fase juvenil mais adiantada, momento em que os peixes já demonstram preferência pelo consumo de pequenos crustáceos e peixes de menor porte. É comum observar cardumes com juvenis de 10 a 15 cm ainda nadando proximalmente à superfície capturando os zooplâncton nos viveiros de cultivo.

**Figura 8** - Características da eutrofização e desenvolvimento da produção primária no viveiro.



FONTE: CAVALI, J. Projeto Pirarucu, (2014).

Contudo, o excesso de algas pode causar impedimento na entrada de luz e trocas de oxigênio com a superfície; resultando em *blooms* de algas que podem em algumas situações concorrerem para o declínio do oxigênio do meio. Com isso a elevada massa de algas produzida poderá tornar a água um ambiente de baixa transparência, em profundidades menores que 30 cm, dificultando a penetração de luz. E assim, a baixa incidência de luminosidade colabora para a diminuição da produção de  $O_2$  e o aumento do consumo desse gás pelas algas, em consequência da ausência de iluminação solar no meio, além da morte de algas. A decomposição do material orgânico presente se dá com consumo de  $O_2$  por organismos aeróbios, o



que possibilitará uma maior depleção do oxigênio do meio. E essa falta de oxigenação na água pode comprometer o desenvolvimento dos peixes impedindo-os de se alimentar, causando estresse, deixando o animal mais vulnerável a doenças e até mesmo levando-o a morte.

A produção primária em um viveiro é importante e esta diretamente ligada às características da qualidade da água que o abastece, pois mesmo que sejam raros os corpos d'água que sejam impedidos de serem aproveitados para o uso na aquicultura, a carga de tais contaminante presentes em seu meio pode provocar o desenvolvimento dos peixes ou de qualquer que seja o organismo que ali está sendo cultivado, tornando-os mais susceptíveis ao estresse e as doenças. É por esses motivos que os microrganismos têm papéis importantes na cultura no meio aquático, particularmente no que diz respeito à produtividade, ciclagem de nutrientes, a nutrição dos animais cultivados, qualidade da água, controle de doenças e do impacto ambiental dos efluentes. De acordo com Moriarty (1997) existem várias razões para essa necessidade, são elas: a concentração de oxigênio dissolvido na água é controlada pela presença de bactérias e algas, as bactérias podem se tornar alimento direto para as espécies cultivadas, ou até mesmo para os pequenos animais que poderão alimentar as espécies depois cultivadas; as bactérias também são grandes decompositores da material orgânico que possa estar presente na água, oferecendo nitrogênio (N) e fósforo(P) para estimular a produção primaria.

Os processos microbianos, anaeróbios e aeróbios podem de influenciar em outros fatores que envolvem a qualidade da água, tais como pH e concentrações de amônia, que em grandes concentrações é altamente tóxica para os peixes.

A água do período eutrofizado foi monitorada e enviada para análise em laboratório especializado (Tabela 1).

Os resultados da análise de água foram comparados a Resolução 357 do Conama (2005) dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade (a frase está confusa; considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas. Já a Resolução Conama 430 (2011), dispõe sobre as condições, parâmetros,

padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº 357.

**Tabela 1** - Análises laboratoriais, parâmetros de referências da Resoluções 357/CONAMA/2005, para corpos d'água lênticos.

	Viveiro		Legislação	
	Entrada	Saída	Conama 430/11	Conama 357/05
Ferro Total	2,59	1,02	15,00 mg/L Fe	0,30 mg/L Fe
Fósforo Total	0,06	0,31	--	0,02 mg/LP
Nitrogênio Amoniacal	0,15	0,02	20,00 mg/L	3,7 mg/L
Óleo e Graxas	172,00	200,00	100,00 mg/L	20 <sup>1</sup> / 50 <sup>2</sup>
Sólidos Totais	19,11	25,63	--	500 mg/L

<sup>1</sup>óleos minerais; <sup>2</sup>óleos vegetais e gorduras animais

O teor de óleos e graxas estipulado nas resoluções 357/Conama/2005 não estão em consonância com os encontrados nesta pesquisa. Correlaciona-se tal resultado com a qualidade da água da lagoa de abastecimento, uma vez que esta sofre influência da lixiviação de esgoto urbano de seu entorno, e o tempo de residência da água na referida lagoa de abastecimento não seja o suficiente para sofrer a decomposição de origem microbiana necessária para diminuir as propriedades surfactantes das substâncias lixiviadas (tais como óleos e graxas), isto é, diminuem a tensão superficial e possuem alta capacidade emulsificante. São denominados biossurfactantes e consistem em subprodutos metabólicos de bactérias, fungos e leveduras; atuam em lipopeptídios, lipoproteínas, ácidos graxos, lipídios neutros e fosfolipídios (NITSCHKE, PASTORE, 2005). A resolução 357/Conama/2005 estabelece: pH entre 6,0 a 9,0; OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>; regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média, óleos vegetais e gorduras animais em até 50 mg/L.

O aumento da matéria orgânica favorece o processo de eutrofização artificial além de aumentar consumo de oxigênio em sua decomposição, causa interferência direta na transparência e turbidez da água. A transparência é a capacidade que a luz tem de aprofundar-se dentro da água; já a turbidez indica a presença de partículas e



substâncias que estão dissolvidas na água podendo dificultar a transmissão da luz na água, comprometendo o pirarucu, na captura do alimento. Para o melhor desenvolvimento do pirarucu, águas com transparência maior que 60 cm são muito interessantes, sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento, quando os animais estão sendo condicionados a se alimentar observando o alimentador. Para poder melhorar essas situações, deve-se atentar a medidas como a escolha de locais com solo menos propício à ocorrência de turbidez mineral, viveiros e açudes com uma profundidade maior e renovação parcial de água para conter-se a eutrofização contribui para reduzir a turbidez da água (SEBRAE, 2013).

### 6.3. Correlação do desempenho animal aos parâmetros limnológicos

As análises de qualidade da água realizadas dentro dos tanques rede demonstraram que houve diferenças em relação a água do viveiro. Pode-se inferir que o baixo desempenho esteja relacionado ainda a densidade de estocagem nos tanques rede e qualidade dos alevinos más não o teve em relação a qualidade da água.

Já no período de cultivo em hapas, fases de crescimento e engorda, a qualidade da água foi alterada pela época do ano, quando adentrou ao período seco de baixa precipitação pluviométrica, somando a altas taxas de arraçoamento para fases de menor consumo e eficiência de conversão alimentar; isto culminou na eutrofização da água e consequentemente redução do consumo pelos animais favorecendo a sobras de alimento na água do viveiro, devido a esse excesso de matéria orgânica presente, ocorreram florações de algas causando a eutrofização do meio de cultivo. Observou-se que o ganho de peso até os 100 dias ou 4,2 kg de peso corporal foi elevado e que a eutrofização causou redução nos ganhos de peso posteriores, dados pela fase de crescimento e engorda, conforme avaliado por LOPES (2015).

## **7 CONCLUSÃO**

A qualidade da água sofreu influencia direta da fase de cultivo do pirarucu em todos os ciclos de cultivo devido ao manejo adotado no viveiro. Melhores valores para oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram obtidos quando da menor biomassa no viveiro e na fase de crescimento até 4,5 kg de peso corporal do pirarucu.

## REFERÊNCIAS

- ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.
- ARAÚJO, C. B. **Cuidados na qualidade da água para produção de Tambaqui no estado do Amapá**. Macapá – AP, 2012.
- BACCARIN, A.E.; CAMARGO, A.F.M. Characterization and evaluation of the impact of feedmanagement on the effluents of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Culture Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.1, p.81-90, 2005.
- BARD, J.; IMBIRIBA, E.P. **Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas***, Belém: Embrapa - CPATU, 1986. 17p. (Embrapa - CPATU. Circular Técnica, 52).
- BARTRAM, J. et al. **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their PublicHealth Consequences, Monitoring, and Management**. Londres: E & FN Spon, 1999. p.12- 24.
- BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, v. 226, p.101-112, 2003.
- BRAUNER, C. J.; VAL, A. L. The interaction between O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996. cap. 9, p.101-110.
- CAVERO, B. A. S. et al. **Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado**. Manaus, AM. v.39, n.5, p.513-516, maio 2004
- CAVALI, J., LOPES, F. S. do C., CARDOSO, G. C. et al. Fundamentos em manejo alimentar de pirarucu. In: CAVALI, J; ANDRADE, Y.V. **Semana de Engenharia de Pesca: Navegando pelas Aguas do Conhecimento**. 1 ed. Porto Velho: EDUFRO. 2015. p.12-26.
- CYRINO, J.E.P. et al. nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Aqvanutri, Cd-rom. 2005.
- CRAMPTON, W. G. R. Os peixes da reserva Mamirauá: diversidade e história natural na planície alagável da Amazônia. In: **Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. 208 p. 1999.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FARIA, R. H. S. et al. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Codevasf, Brasília, 2013.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da criação. In: Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – AcesuiRegiões. III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca. **Anais...** Belo Horizonte-MG. p. 121-139. 2007.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.8, n. 4, p. 445-459, 1948.

GOMES, L. C (2007). Physiological responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) to acute handling stress, *Acta Amazonica* 37(4): 629 - 634.

HENDERSON, P.A. **O ambiente aquático da Reserva Mamirauá In: Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá: 208 p. 1999.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Brasil: IBGE, 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Pecuaria/Producao\_da\_Pecuaria\_Municipal/2013/ppm2013.pdf> Acessado em julho de 2015.

IMBIRIBA, E.P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, v.31, p.299-316, 2001.

IMBIRIBA, E. P. **Crescimento e produção de pirarucu, *Arapaima gigas*, sob diferentes densidades de estocagem em associação com búfalas leiteiras**. outubro de 2001, p. 65.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. São Paulo, 2003.

LOPES, F.S.C. **Desempenho produtivo e econômico de pirarucu (*Arapaima gigas*) em diferentes sistemas de alimentação proteicos**. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC. Departamento de Engenharia de Pesca: UNIR. 56p. 2015.

LIMA, A. F. et al. **Qualidade da água piscicultura familiar**. EMBRAPA. Junho, 2013.

MATSUZAKI, M. et al. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Rev. Saúde Pública*, v.38, n. 5, p: 679-686, 2004.

MOLINARI, D. **A produção de Pirarucu no Brasil - Uma Visão Geral**. 09 abr. 2012

MORIARTY, D.J.W. **The role of microorganisms in aquaculture ponds**. Australia, 1997.

ONO, E. A. et al. Pirarucu, o gigante esquecido. **Revista Panorama da Aquicultura**. v.14, n 81, p. 14 - 25, 2004.

ONO, E. KEHDI, J. **Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em Cativeiro**. SEBRAE, Brasília, 2013.

PINHEIRO, L.M. **Rendimento de cortes e aspectos industriais do pirarucu (*Arapaima gigas*)**. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC. Departamento de Engenharia de Pesca: UNIR. 58p. 2015.

QUEIROZ, H. L. SARDINHA, D. **A preservação e o uso sustentado dos pirarucus** (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) em Mamirauá (Queiroz, H. L. & CRAMPTON, W. G. R.ed's). SCM -CNPq/MCT. Brasília. 197p.,1999.

ROMERO, J.S. **El paiche**: aspectos de su historia natural, ecologia y aproveitamento. Lima, Ministério da Agricultura, 1961. 50p.

SENE, E.; MOREIRA, J.C. **Geografia Geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização**. São Paulo: Scipione, 1998. 501 p.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. American Public Health Association, 21th ed. New York, APHA, AWWA, WPCP, 2005.

VALENTI, W.C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12., 2002, Vila Real, Portugal, **Anais**. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002, p.111- 118.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Arapaima: Endangered species can be saved through culture. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, p. 13-21, 1999 (In Portuguese).

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.et al. Estudo do crescimento populacional de três espécies zooplanctônicas em laboratório e o uso de plâncton na alimentação de alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilapia) e *Astyanax scabripinisparanae* (lambari). **Revista UNIMAR**, 1994 16(3): 189-201.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui") ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 15(3): 95-103. 2003.

## APENDICES

APENDICE A - Vista aérea da base Calos Matiaze com destaque aos tanques de cultivo (google maps)



APENDICE B - Viveiro contendo os tanques-rede na fase de alevinagem





APENDICE C - Viveiro de hapas na fase de crescimento e engorda



APENDICE D - Retirada das macrófitas do viveiro

